

Gode chancer for liv på Mars

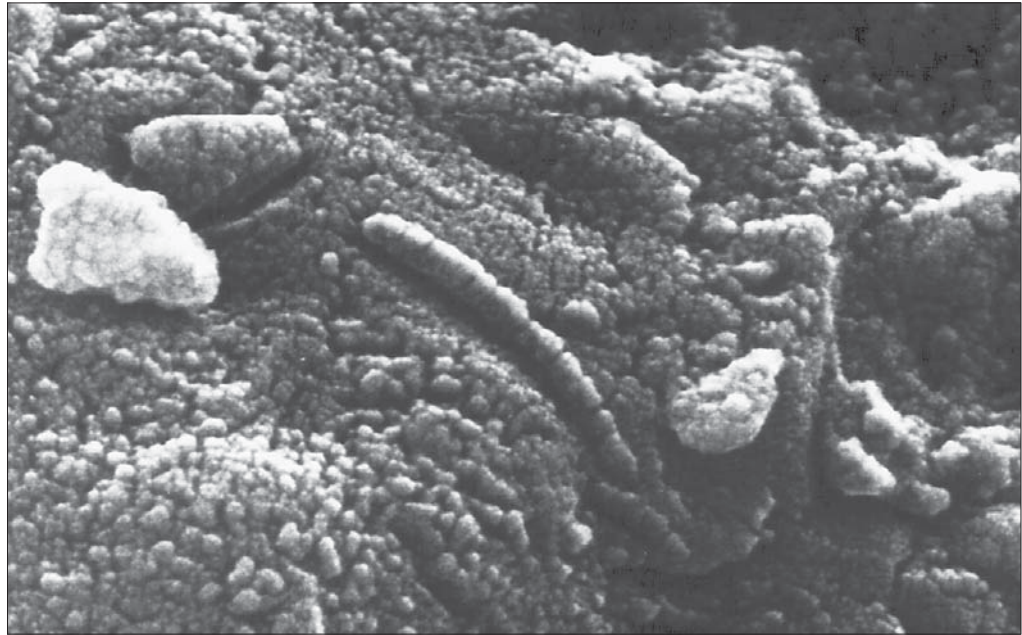
Spørgsmålet om der er liv på Mars står endnu uafklaret på trods af mere end 40 års bestræbelser på at besvare det.

De nyeste forskningsresultater peger på, at liv på Mars faktisk er en realistisk mulighed.

Af Kai Finster

← Er der liv på den røde planet? Mars-landerfartøjet Phoenix har her skrabet i overfladen på Mars og afsløret is i undergrunden. At der er påvist vand på Mars øger sandsynligheden for, at der er – eller har været – liv.

Billedmosaik: NASA/JPL-Caltech/University of Arizona/Texas A&M University



Billedet: NASA.

Billede fra et scanning-elektronmikroskop. Det vakte stor opsigt, da forskere kunne påvise flere tegn på liv i Mars-meteoritten ALH84001 – bl.a. i form af rørformede strukturer som den på billedet. I dag mener man dog, at alle fænomenerne har en uorganisk oprindelse.

■ Vores opfattelse af Mars, som et alternativt sted i rummet hvor der kan findes liv, har haft en omtumlet historie. De første jordbaserede teleskopstudier af Mars' overflade op igennem det 19. århundrede tegnede et billede af Mars, som et sted med en jordlignende natur med skove og vandløb og civilisationer, som frembragte kanaler og kæmpeskulpturer. Siden har den rumbaserede udforskning af Mars – alt efter temperament – skudt vores frygt eller forhåbninger, i sæk.

På jagt efter liv

Siden de første amerikanske Mariner-flyvninger til Mars i 60'erne stod det klart, at den natur og de civilisationer, man havde set tegn på igennem teleskoperne, ikke var andet end projektioner og fantasifostre, som leverede stof til mange science fiction historier. I følge billederne taget af Mariner-sonden var Mars ikke andet end en gold ørken, som var gennemfuret af dybe slugter, og hvis overflade var mærket af utallige meteoritnedslag. Desuden opdagede man høje vulkaner og kunne bekræfte, at polerne var dækket af is. På trods af dette deprimerende syn, var der stadig

chancer for at finde liv på Mars, ikke store dyr eller planter, men mikroskopiske livsformer, såsom bakterier. Fra forskning på Jorden vidste man nemlig, at bakterier kunne leve på steder, hvor ingen andre organismer kunne overleve, og man vidste desuden, at bakterier ikke behøvede organisk materiale, såsom sukker eller fedtstof, for at kunne opbygge nye celler eller udvinde energi. Man havde opdaget, at bakterier kunne leve af at nedbryde uorganiske bestanddele i klipper og sten. Af begge dele er der rigeligt at finde på Mars.

Viking-missionen

Den hidtil dyreste og mest ambitiøse mission til Mars (1 milliard dollars i 70'erne penge) blev sendt af sted i hhv. august og september 1975 under navnet *Viking 1* og *2*, og den var aktiv indtil starten af 80'erne. Begge missioner bestod af en landingsdel og en satellitdel. Landerne skulle undersøge overfladejord for bakterier og organisk stof, lave meteorologiske undersøgelser og tage billeder af de nære omgivelser. Satelliternes opgave var at tage billeder af marsoverfladen til kortlægning. Det lykkedes således at kortlægge 97 % af Mars' overflade med undta-

gelse af polområderne, som jo er dækket af is, og man har derfor i dag et meget bedre kendskab til marsoverfladens topografi, end man har af Jordens overflade. En vigtig grund er selvfølgelig, at cirka 70 % af Jordens overflade er dækket af vand, hvorimod langt den største del af marsoverfladen ligger helt fri og tilgængelig for satellitkameraet. Kortlægningen er blevet fortsat med efterfølgende satellitmissioner og danner et vigtigt grundlag for landingsmissioner i dag.

Eksperimenter gav ikke et klart svar

Det, som umiddelbart var mest opsigtvækkende ved Viking-missionerne, var dog eksperimenterne, som blev udført af selve landeren. Og her var det især tre eksperimenter, som skulle undersøge, om der var mikroorganismer til stede i overfladelaget. Vha. en lille skovl opsamlede Viking overfladeprøver, som blev delt ud i tre hovedeksperimenter.

I det første eksperiment undersøgte man, om der var mikroorganismer i marsjorden, som kan udnytte lysenergi og opbygge organisk stof vha. fotosyntese. Udfaldet var negativt.

I det andet eksperiment

undersøgte man, om der var organisk stof til stede i overfladematerialet. Prøven blev brændt i ovnen og det blev målt om der derved blev produceret kuldioxid, hvilket ville være tilfældet, hvis prøven indeholdt organisk materiale. Udfaldet af dette eksperiment var også negativt.

I et tredje eksperiment undersøgte man, om der i prøven var mikroorganismer, som kunne nedbryde organisk stof, som for eksempel sukker. For at øge følsomheden af undersøgelsen brugte man organisk stof, som indeholdt radioaktive kulstofatomer. Efter første tilsætning målte man en stigende mængde af radioaktivt kuldioxid i prøven. Gentagen tilsætning af radioaktivt organisk stof viste dog ingen yderligere frigivelse af radioaktivt kuldioxid. Udfaldet af dette eksperiment diskuteres stadig. Nogle mener, at vi her har klare tegn på levende organismer stofs kifteaktivitet, mens andre tolker resultatet i retning af, at der er reaktive stoffer i overfladematerialet, som oxiderer de tilsatte organiske stoffer kemisk. Grunden til, at processen stopper, er mangel på oxidationsmiddel. Dette argument bruges af begge fraktioner.

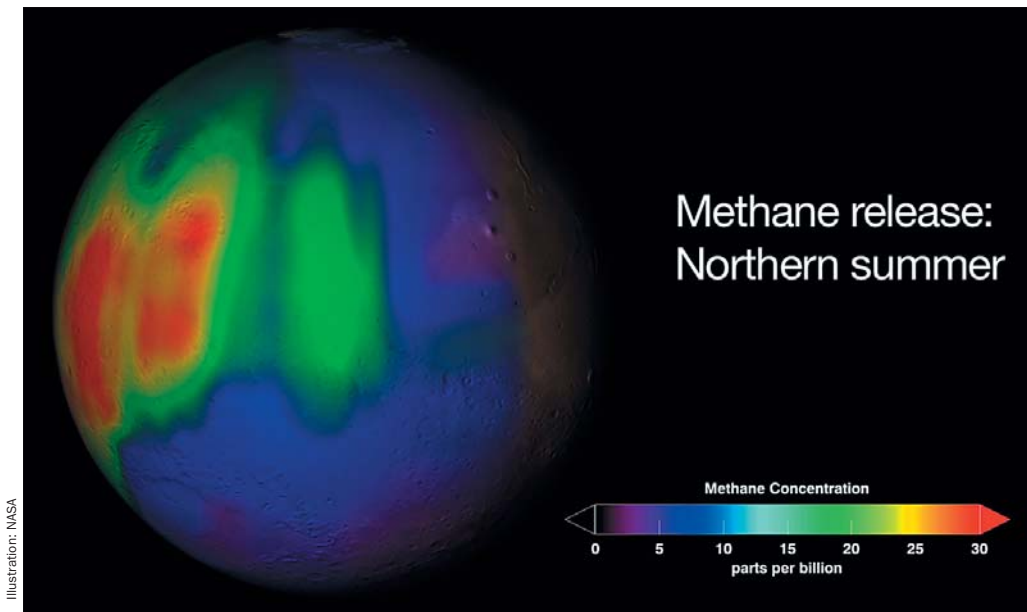
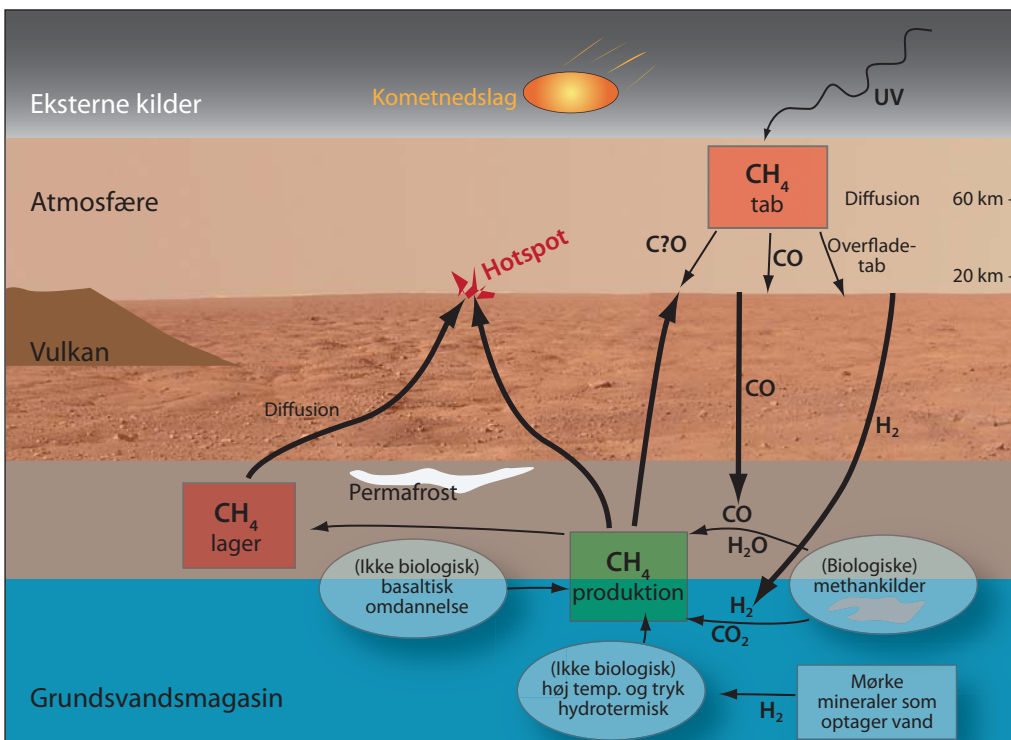


Illustration: NASA

Der findes metan i Mars-atmosfæren og de højeste koncentrationer af metan er målt over områder, hvor man har kunnet påvise is i undergrunden.



Potentielle kilder og tabsveje for metan på Mars. Efter Atreya, Mahaffy and Wong.

På mange punkter var Viking-missionen en succes, men det vigtigste spørgsmål – om der er liv på Mars – kunne ikke besvares entydigt.

Meteorit med tegn på liv
Pathfinder (1997) var den næste landsatte mission til Mars, 21 år efter Viking. Den var knap så ambitiøs som Viking-mis-

sionen, og fokus var primært rettet mod geofysiske undersøgelser af Mars' overfladematerialer. *Pathfinder*-missionen var én i en række missioner, som en gang skal kulminere i bemandede flyvninger til Mars. Interessen for *Pathfinder* var meget stor, især på baggrund af historien om den berømte meteorit ALH84001. Denne mere end 4

milliarder år gamle meteorit fra Mars, fundet på Antarktis, indeholdt mange forskellige strukturer, som i første omgang blev tolket som tegn på liv. Deriblandt var små bakterielignende strukturer, små magnetiske krystaller, som primært dannes af magnetotaktiske bakterier (bakterier, som på Jorden orienterer sig vha. af Jordens magnetfelt)

og små kugler, som indeholdt organisk kulstof.

Opfølgende detaljerede undersøgelser viste dog, at disse strukturer har kemisk og ikke biologisk oprindelse. Umiddelbart et søm mere til marslivets ligkiste.

Følg vandet

Udforskningen af Mars' overflade fortsatte dog under mottoet: "Følg vandet", idet vandet som opløsningsmiddel er afgørende for alle livsprocesser på Jorden. I januar 2004 landede NASAs robotmissioner *Spirit* and *Opportunity* på Mars. Missionen var designet til at vare i 6 måneder, men har nu været i gang i 5 år. Robotternes primære opgave har været at finde tegn på vand på overfladen, og der er faktisk fundet en række mineraler, som med meget stor sandsynlighed blev dannet i vand.

Understøttet af satellitbaserede observationer er det nu slået fast, at der har været vand på overfladen af Mars, og at der stadigvæk findes store mængder vand tæt under overfladen. *Phoenix*-missionen, som blev gennemført fra maj til november 2008, optog billeder af vandkrystaller i overfladematerialet.

Det står dermed klart, at én vigtig betingelse for liv, som vi kender det, er til stede på Mars – nemlig vand.

Mulige energikilder

Udover vand kræver levende organismer energi. Den vigtigste energikilde på Jorden er sollys. Også på Mars kunne dette være en mulighed, dog er andelen af skadeligt ultraviolet lys så stor, at det ville slå organismerne ihjel.

Fra studier af mikroorganismer på Jorden ved man, at der findes organismer, som kan leve af at udnytte uorganiske energikilder såsom brint eller reduceret jern og oxidere det med ilt. Dette er dog næppe sandsynligt på Mars, da iltkoncentrationen i mars-atmosfæren kun er en brøkdel af den, man finder på Jorden, og ilten vil ikke kunne findes der, hvor man også finder flydende vand.

Kuldioxid ville være et alternativ som åndingsmiddel. På Jorden udføres en sådan proces af methanproducerende mikroorganismer, som lever af at omdanne brint og kuldioxid til naturgas/methan. Denne proces forekommer i koens vom, hvor fordøjelsen af græs giver ophav til mikrobiel brint- og kuldioxidproduktion, som omsættes videre til methan. Denne følge af processer, er dog næppe sandsynlig på Mars.

En anden mulighed er den kemiske dannelse af brint ved højere temperaturer, hvor reaktive jern- og magnesiumforbindelser reagerer med vand, en proces som kaldes serpentinsering. Brint kan så enten ved biologisk mellemkomst eller ved høje temperaturer rent kemisk reagere og danne methan.

Methan på Mars

Ved undersøgelser af marsatmosfæren med teleskoper på Hawaii over en årrække har en international forskergruppe gjort fire vigtige opdagelser: 1. Der findes methan i marsatmosfæren. 2. Methan er ikke homogent fordelt i atmosfæren. 3. De højeste koncentrationer af methan blev målt over områder, hvor man har kunnet påvise is i undergrunden, og 4. For at kunne opretholde den målte koncentration i atmosfæren, må der tilføres nyt methan fra undergrunden.

Disse resultater viser entydigt, at Mars stadigvæk er en geologisk aktiv planet, og at der i undergrunden må findes områder, hvor temperaturen er så høj, at vand er flydende, og at det kan reagere med bjergarter under dannelse af brint.

Dermed er to vigtige forudsætninger for liv på Mars opfyldt. Der er flydende vand, og der er energikilder, som principielt kan udnyttes af mikroorganismer.

Hvordan kan man finde ud af, om methan stammer fra kemiske eller biologiske kilder? På Jorden er det ikke svært. Hvis man kender kilder til methan, kan man sammenligne isotopfordelingen i methan med udgangsmaterialet, typisk kul-

Nyt liv eller en forurening?

Det er ikke kun ved udforskning af liv på Mars, at forurening med bakterier kan være et problem. Også ved undersøgelser af bakterier på Jorden kan det være af betydning at vide, om de bakterier, man finder, har været til stede før man tog prøven, eller om deres tilstedeværelse skyldes prøvetagningen som sådan (altså er et resultat af forurening).

Ved udforskning af bakterier i jordskorpen har man udviklet metoder til at afgøre om prøvematerialet er blevet forurenet under indsamling. Disse metoder ville også med fordel kunne bruges ved prøvetagning på Mars, især når man fortager borer. Den mest anvendte metode består i at tilsætte mikroskopiske fluorescerende partikler under boringen. Disse partikler er ikke større end bak-

terier og kan trænge ind i sprækkerne under boringen. Finder man partiklerne efterfølgende i det materiale man ønsker at undersøge, ved man, at der kan være forekommet en forurening med bl.a. bakterier under selve boreringsprocessen. Ofte tilsætter man også inerte gasser eller ligefrem kendte bakterier under prøvetagning. Finder man gasserne eller bakterierne i prøverne ved man, at materialet har været i kontakt med boremateriale og er blevet forurenet. Disse metoder ville også kunne bruges, når man begynder at bore i Mars' undergrund for at lede efter methanproducerende eller klippepisende mikrober.

På denne måde går udviklingen af metoder til udforskning af Jorden hånd i hånd med udforskning af ekstraterrestriske miljøer såsom Mars.

dioxid. Der findes to naturlige typer kulstof, som har stort set ens kemiske egenskaber, men som har en masse, der er lidt forskellig. Kulstof-13 er en lille smule tungere end kulstof-12, som er den mest hyppige af disse isotoper. Når organismer omsætter disse to kulstofsotoper, omsættes den lette kulstofisotop en smule hurtigere end den tungere kulstof-13 isotop. Dette resulterer i, at der er forholdsvist mere af den lette isotop i produkterne end i udgangsmaterialet. Ved kemiske processer er denne forskydning meget mindre udtalt. Kunne man vise en tilsvarende forskydning i marsmethan, ville man have meget stærke argumenter for mikrobiologiske processer i undergrunden af Mars. Dette kræver dog marsbaserede undersøgelser af det atmosfæriske methan.

Nuværende status: Gode chancer for liv

Efter mere end 40 år, med tider meget intensive undersøgelser af Mars, er vi nu igen der,

hvor vi kan sige: Der er gode chancer for at finde liv på Mars. Ikke grønne marsmænd, som truer Jordens civilisation, men mikroorganismer, som lever af at spise klipper og danne for eksempel methan. Der vil gå mange år, før kilden til methan vil blive afsløret, og endnu flere år før de involverede mikroorganismer kan efterforskes direkte. I mellemtiden udvikles nye metoder til pålideligt at kunne påvise mikroorganismer, når de kun er til stede i et meget lille antal, og til at sikre, at de mikroorganismer, man finder på Mars, ikke blot er blinde passagerer fra Jorden, som er blevet fragtet dertil på en rundsonde.

Vi står altså endnu overfor mange store udfordringer i bestræbelserne på at besvare spørgsmålet om, hvorvidt der er – eller har været – liv på Mars. Men da netop dette spørgsmål "Findes der levende organismer andre steder end på jorden?" hører til menneskehedens største, er besvarelsen af det alle anstrengelser værd. ■

Om forfatteren



Kai Finster er lektor ved Biologisk Institut, Mikrobiologi Aarhus Universitet
Tlf.: 8942 3241
E-mail: Kai.Finster@biology.au.dk

Forskningsrådet for Natur og Univers har støttet til forskningen i mikrobiologi under marslignende forhold.

Videre læsning:
www.marslab.dk

En forelæsning som podcast:
Kai Finster: "Gode chancer for finde liv på Mars."
Kan hentes via denne side:
www.podcast.au.dk